

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-163545

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 43/12

G11B 5/39

H01L 43/08

(21)Application number : 08-319254

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.11.1996

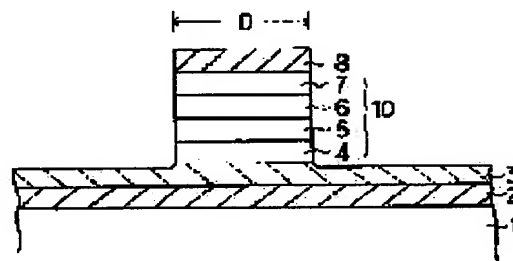
(72)Inventor : TANUMA TOSHIO
KUME MINORU

(54) MAGNETORESISTIVE EFFECT ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetoresistive effect element and manufacture thereof, whereby a current flows in the thickness direction of a magnetoresistive effect film produced, without causing the electric short-circuit at the sides of the magnetoresistance effect film, and magnetic field detecting region of the magnetoresistive effect film is reduced.

SOLUTION: A magnetoresistive effect element has a magnetoresistive effect film 10 on a lower electrode 2. The film 10 is selectively etched to leave this film 10 on a magnetic field-detecting region D. A current is flowed between an upper electrode layer 8, disposed on the magnetoresistance effect film 10 and lower electrode layer 2 for detecting the magnetic field from the change in its electric resistance. A protective film with respect to etching is provided over at least origins on the lower electrode layer 2 than the detecting region D.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

審査済

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 163545

(43) 公開日 平成10年(1998)6月19日

(51) Int. Cl. 識別記号

H01L 43/12

G11B 5/39

H01L 43/08

F I

H01L 43/12

G11B 5/39

H01L 43/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8

〇 L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-319254

(22) 出願日 平成8年(1996)11月29日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 田沼 俊雄

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 久米 実

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

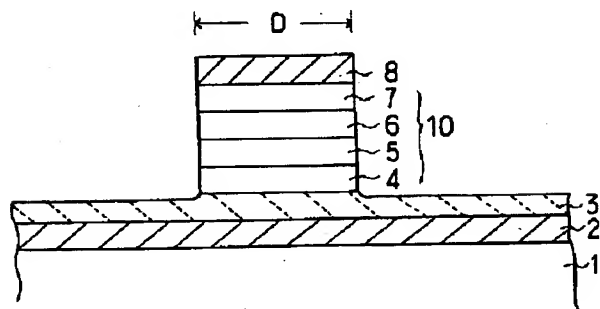
(74) 代理人 弁理士 目次 誠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗効果膜 10 の膜厚方向に電流を流すことができ、かつ磁気抵抗効果膜 10 の側部における電気的な短絡を生じることなく製造することができる磁気抵抗効果素子及びその製造方法を得る。

【解決手段】 下部電極層 2 の上の磁気抵抗効果膜を選択的にエッチングすることにより磁界検出領域 D に磁気抵抗効果膜 10 を残すように設け、この磁気抵抗効果膜 10 の上に設けられた上部電極層 8 と下部電極層 2 との間に電流を流すことによりその電気抵抗の変化から磁界を検出する磁気抵抗効果素子であり、下部電極層 2 の上の少なくとも磁界検出領域 D 以外の領域にエッチングに対する保護膜 3 が設けられていることを特徴としている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部電極層の上の磁気抵抗効果素子を選択的にエッチングすることにより磁界検出領域に前記磁気抵抗効果膜を残すようにして設け、この磁気抵抗効果膜の上に設けられた上部電極層と前記下部電極層との間に電流を流すことによりその電気抵抗の変化から磁界の変化を検出する磁気抵抗効果素子において、前記下部電極層の上の少なくとも前記磁界検出領域以外の領域に、前記エッチングに対する保護膜が設けられていることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 前記磁気抵抗効果膜が、強磁性層と非磁性導電層の積層構造を有する磁気抵抗効果膜である請求項1に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 前記磁気抵抗効果膜が、一対の強磁性層の間に非磁性絶縁層が挟まれた積層構造を有する磁気抵抗効果膜である請求項1に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 前記保護膜が、Ta、Zr、Hf、Pb、Sr、Ti、U、V、Nb、Re、Sb、及びTeから選ばれる少なくとも一種の材料から形成されている請求項1～3のいずれか1項に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項5】 下部電極層と上部電極層の間の磁界検出領域に磁気抵抗効果膜が設けられた磁気抵抗効果素子を製造する方法であって、前記下部電極層の上に保護膜を形成する工程と、前記保護膜の上に前記磁気抵抗効果膜を形成する工程と、前記磁気抵抗効果膜の前記磁界検出領域以外の領域を、前記保護膜内に達するまでエッチングし、前記磁界検出領域に前記磁気抵抗効果膜を残すようにパターンニングする工程とを備え、前記エッチング工程において、前記下部電極層材料の前記磁気抵抗効果膜の側部への付着が前記保護膜の存在によって防止されることを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項6】 前記エッチング工程前の磁気抵抗効果膜の上に前記上部電極層を形成する工程をさらに備え、前記エッチング工程において前記上部電極層と前記磁気抵抗効果膜をエッチングする請求項5に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項7】 前記エッチング工程後の磁気抵抗効果膜の上に前記上部電極層を選択的に形成する工程をさらに備える請求項5に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項8】 前記保護膜が、Ta、Zr、Hf、Pb、Sr、Ti、U、V、Nb、Re、Sb、及びTeから選ばれる少なくとも一種の材料から形成される請求項5～7のいずれか1項に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子及びその製造方法に関するものであり、特に巨大磁気抵抗（GMR）を示す磁気抵抗効果素子及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果素子（MR素子）は、磁場印加による磁気抵抗効果膜の磁気抵抗の変化を検出することにより、磁界強度及びその変化を測定するための素子である。このような磁気抵抗効果素子を組み込んだ再生ヘッド（MRヘッド）は、従来の誘導型ヘッドに比べ磁気感度が高いので、ハード・ディスク装置の再生ヘッドとして検討されている。このようなMRヘッドの感度を高めることにより、ハード・ディスク装置の面記録密度を向上させることが可能になる。従って、感度に対応するMR比の高い磁気抵抗効果膜の開発が近年盛んに進められている。

【0003】大きなMR比を示す素子として、巨大磁気抵抗効果素子（GMR素子）が知られている。このようなGMR素子として、①強磁性層／非磁性導電層／強磁性層／反強磁性層を基本構成単位とするスピントラップ型の積層膜、②強磁性層／非磁性導電層／強磁性層を基本構成単位とし強磁性層が互いに保磁力の異なる保磁力差型の積層膜、及び③強磁性層／非磁性導電層を多数回繰り返し積層した人工格子型の積層膜などが知られている。

【0004】これらの積層膜において、電流は主に非磁性導電層中を流れると考えられており、非磁性導電層と強磁性層の界面における電子の散乱状態が磁界強度の変化によって変化し、これによって電気抵抗が変化するものと考えられている。これらの積層膜を用いたMR素子においては、積層膜の膜面方向に沿って一対の電極を対向して設け、これらの電極間の領域を磁界検出領域としている。従って、磁界検出領域の幅は電極間の距離によって定められる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気記録の分野においては、高密度化が望まれており、このため磁気記録のトラック幅を狭小化することが要望されている。このようなトラック幅の狭小化に伴い、MR素子においても磁界検出領域を狭小化することが検討されている。

【0006】また、上述のように巨大磁気抵抗を示す積層膜では、非磁性導電層と強磁性層の界面の電子の散乱状態がMR比の変化に寄与する。従来のGMR素子では、電流が膜面方向に沿って非磁性導電層中を流れているため、界面領域における電子の散乱状態の影響が磁気抵抗の変化に十分に反映されていないと考えられる。

【0007】上記の観点から、積層膜を磁界検出領域のみに限定して設け、積層膜の上方及び下方に電極層を設け、積層膜の膜面方向に対し略垂直方向に電流を流す構

成が考えられる。このような構成にすることにより、積層膜を流れる電流はより多くの界面領域における電子の散乱状態の影響を受け、MR比が向上することが期待される。また、積層膜及び電極層を限定的に形成することにより磁界検出領域を形成することができるので、磁界検出領域、すなわちトラック幅の狭小化が可能となる。

【0008】積層膜を磁界検出領域のみに限定的に設ける方法としては、例えばフォトリソグラフィ法を用いて磁界検出領域以外の領域をエッチングし、磁界検出領域にのみ積層膜を残す方法が考えられる。しかしながら、積層膜の下方には、通常下部電極層が存在しており、このような下部電極層をスパッタリングなどでエッチング加工すると、下部電極層材料が積層膜の側部に付着し、積層膜間で電気的な短絡を生じてしまうという問題を生じる。

【0009】本発明の目的は、磁気抵抗効果膜の膜厚方向に電流を流すことができ、かつ磁気抵抗効果膜の側部における電気的な短絡を生じることなく製造することができる磁気抵抗効果素子及びその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気抵抗効果素子は、下部電極層の上の磁気抵抗効果膜を選択的にエッチングすることにより磁界検出領域に磁気抵抗効果膜を残すようにして設け、この磁気抵抗効果膜の上に設けられた上部電極層と下部電極層との間に電流を流すことにより、その電気抵抗の変化から磁界の変化を検出する磁気抵抗効果素子であり、下部電極層の上の少なくとも磁界検出領域以外の領域に、エッチングに対する保護膜が設けられていることを特徴としている。

【0011】本発明に従えば、下部電極層の上の少なくとも磁界検出領域以外の領域に、エッチングに対する保護膜が設けられているので、磁界検出領域に磁気抵抗効果膜を残すように選択的にエッチングする際、下部電極層をエッチングして下部電極層材料が磁気抵抗効果膜の側部に付着することを防止することができる。

【0012】本発明における保護膜を形成する材料としては、下部電極層に比べエッチングされにくい材料であれば特に限定されるものではないが、例えばTa、Zr、Hf、Pb、Sr、Ti、U、V、Nb、Re、Sb、及びTeなどの金属材料を用いることができる。これらの保護膜は、アモルファス材料から形成されてもよい。

【0013】本発明の製造方法は、下部電極層と上部電極層の間の磁界検出領域に磁気抵抗効果膜が設けられた磁気抵抗効果素子を製造する方法であり、下部電極層の上に保護膜を形成する工程と、保護膜の上に磁気抵抗効果膜を形成する工程と、磁気抵抗効果膜の磁界検出領域以外の領域を保護膜内に達するまでエッチングし、磁界検出領域に磁気抵抗効果膜を残すようにパターンニングす

る工程とを備え、エッチング工程において、下部電極層材料の磁気抵抗効果膜の側部への付着が保護膜の存在によって防止されていることを特徴としている。

【0014】本発明の製造方法によれば、磁気抵抗効果膜をエッチングする際、下部電極層上に設けられた保護膜内に達するまでエッチングしている。従って、エッチング工程において下部電極層がエッチングされることはなく、下部電極層材料が磁気抵抗効果膜の側部に付着するのを防止することができる。

【0015】保護膜としては、上記本発明の磁気抵抗効果素子における保護膜と同様のものを用いることができる。上部電極層は、エッチング工程前の磁気抵抗効果膜の上に形成し、エッチング工程において磁気抵抗効果膜と共に所定の形状に、すなわち磁界検出領域の形状となるようにパターンニングしてもよい。また、磁気抵抗効果膜をエッチングした後に、上部電極層を選択的に形成してもよい。このような場合、例えば、上部電極層以外の領域をマスクし、上部電極層を形成した後にマスクを除去する、いわゆるリフトオフ法により形成することができる。

【0016】本発明における保護膜の厚みは、エッチング工程において下部電極層にエッチングが及ばないような厚みであれば特に限定されるものではないが、一般には、5～30nm程度の厚みが適当である。

【0017】本発明における磁気抵抗効果膜は、特に限定されるものではなく、上述のように、スピナルバルブ型積層膜、保磁力差型積層膜、及び人工格子型積層膜などの強磁性層と非磁性導電層の積層構造を有する磁気抵抗効果膜を用いることができる。さらには、一対の強磁性層の間に非磁性絶縁層が挟まれた積層構造を有する強磁性トンネル接合型磁気抵抗効果膜にも適用することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に従う一実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図であり、図2は平面図である。

【0019】図1に示す磁気抵抗効果素子においては、磁気抵抗効果膜としてスピナルバルブ型の積層膜が用いられている。図1を参照して、基板1の上には下部電極層2が形成されている。基板1の材質は非磁性材料であれば特に限定されるものではなく、例えば、Si、TiC、Al₂O₃、及びガラスなどの材質が用いられる。下部電極層2としては、電気抵抗の低い材料が用いられ、例えばCuなどの材料が用いられる。本実施例では、下部電極層2の厚みは100nmとなるように形成されている。下部電極層2の上には、保護膜3が形成されている。本実施例では保護膜3としてZr層（膜厚10nm）またはTa層（膜厚10nm）が形成されている。

【0020】保護膜3上の磁界検出領域Dには、磁気抵

抗効果膜10が形成されている。磁気抵抗効果膜10は、強磁性層4、非磁性導電層5、強磁性層6、及び反強磁性層7をこの順序で積層することにより形成されている。本実施例では、強磁性層4としてNiFe層（膜厚10nm）、非磁性導電層5としてCu層（膜厚3nm）、強磁性層6としてNiFe層（膜厚5nm）、及び反強磁性層7としてFeMn層（膜厚20nm）が形成されている。磁気抵抗効果膜10の最上層である反強磁性層7の上には上部電極層8が形成されている。本実施例では上部電極層8として、Cu層（膜厚100nm）が形成されている。

【0021】図2を参照して、基板1上に形成されている下部電極層2及び保護膜3は、基板1の端部1aに接する領域において、端部1aに沿う方向に形成されている。MRヘッドの場合、基板1の端部1aは、ヘッド摺動面となる部分である。下部電極層2及び保護膜3の中央の磁界検出領域Dにおいて略垂直方向に交差するように上部電極層8が設けられている。本実施例では、上部電極層8の下の磁気抵抗効果膜10は上部電極層8と同様のパターン形状となるように形成されている。上部電極層8の端部には、Cuなどからなる電極リード層11が接続されている。また下部電極層2の端部にも、Cuからなる電極リード層12が接続されている。上部電極層8と下部電極層2の間で電流が流れ、上部電極層8と下部電極層2の重なり部分がMR素子として機能する。上部電極層8と下部電極層2の間で電流が流れるので、電流は磁気抵抗効果膜10の膜面方向に対し略垂直方向に流れる。

【0022】本実施例の磁気抵抗効果膜10はスピナルブ型の積層膜であるので、強磁性層6の磁化方向が反強磁性層7によってピン留めされており、強磁性層4の磁化方向が外部磁界の影響で変化することにより強磁性層4と非磁性導電層5の境界領域における電子の散乱状態が影響を受ける。本実施例では、磁気抵抗効果膜10の膜厚方向に電流が流れるので、上記境界領域における電子の散乱状態の変化の影響をより大きく受けることができ、より大きなMR比を示すことができる。

【0023】図3は、図1及び図2に示す実施例の磁気抵抗効果素子を製造する工程を説明するための断面図である。図3を参照して、基板1の上に下部電極層2及び保護膜3を順次積層する。これらの薄膜は、例えば、イオンビームスパッタリング法により形成することができる。次に、図2に示すように、基板1上の端部1aに接する所定の領域にのみ下部電極層2及び絶縁膜3が残されるようにフォトリソグラフィ法によりパターンニングする。

【0024】次に、図3に示すように、強磁性層4、非磁性導電層5、強磁性層6、及び反強磁性層7をこの順序で全面に形成する。さらに、反強磁性層7の上に、上部電極層8を全面に形成する。これらの各層は、例えば

イオンビームスパッタリング法により形成することができる。次に、図3に示すように、上部電極層8上の磁界検出領域Dにレジスト膜9を形成する。このレジスト膜9をマスクとして、上部電極層8及び磁気抵抗効果膜10の各層を、例えばスパッタリングによりエッチングする。このエッチングを、保護膜3内に到達するまで行う。次にレジスト膜9を除去することにより、図1に示すような断面図の構造を得ることができる。

【0025】次に、図2に示すように、上部電極層8と接続する電極リード層11を形成し、下部電極層2と接続する電極リード層12を形成する。これらの電極リード層11及び12は、例えば、形成領域以外をマスクしておき、形成後にマスクを除去するリフトオフ法により形成することができる。なお、電極リード層12は、直接下部電極層2と接触するように、その接続部において保護膜3が除去されていることが好ましい。

【0026】以上のように、上部電極層8及び磁気抵抗効果膜10を磁界検出領域Dにのみ残すようにエッチングするが、このエッチングは、保護膜3内に達した時点で終了する。従って、下部電極層2はエッチングされず、下部電極層材料が磁気抵抗効果膜10の側部に付着することがない。また保護膜3はスパッタリングされにくくかつ比較的電気抵抗の高い材料から形成されているので、磁気抵抗効果膜10の側部に付着されにくく、かつ付着しても電気的な短絡を生じない。従って、本発明に従う磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果膜の側部における電気的な短絡を生じることなく、製造することができる。

【0027】図4は、図1に示す実施例においてバイアス層などの磁区制御層13を形成した場合の構造を示す断面図である。図4に示すように、CoPtなどからなる磁区制御層13を形成する場合には、磁化方向が変化する強磁性層4と接するように保護膜3の上に磁区制御層13を設けることが好ましい。

【0028】図5は、本発明に従う他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図である。図5に示す実施例においては、磁気抵抗効果膜20として、保磁力差型の積層膜が形成されている。磁気抵抗効果膜20は、保護膜3の上に強磁性層14、非磁性導電層15、及び強磁性層16をこの順序で積層することにより形成されており、強磁性層14と強磁性層16の保磁力は互いに異なるよう構成されている。本実施例では、強磁性層14としてNiFe層（膜厚10nm）、非磁性導電層15としてCu層（膜厚3nm）、強磁性層16としてCo層（膜厚5nm）が形成されている。

【0029】図5に示す実施例は、図3を参照して説明した製造方法と同様の方法により製造することができる。図6は、本発明に従うさらに他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図である。図6に示す実施例においては、磁気抵抗効果膜30として、人工格子型の積層膜

が形成されている。磁気抵抗効果膜 30 は強磁性層 21 と非磁性導電層 22 とを複数回の周期で繰り返し積層することにより構成されている。本実施例では、強磁性層 21 として Co 層 (膜厚 2 nm)、非磁性導電層 22 として Cu 層 (膜厚 2.2 nm) が形成され、20 回の周期で繰り返し積層されている。

【0030】図 6 に示す実施例は、図 3 を参照して説明した製造方法と同様の方法により製造することができる。図 7 は、本発明に従うさらに他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図である。図 7 に示す実施例の磁気抵抗効果膜 40 はトンネル接合型の磁気抵抗効果膜であり、強磁性層 31、非磁性絶縁層 32、及び強磁性層 33 をこの順序で積層することにより構成されている。本実施例では、強磁性層 31 として NiFe 層 (膜厚 10 nm)、非磁性絶縁層 32 として Al₂O₃ 層 (膜厚 2 nm)、強磁性層 33 として Co 層 (膜厚 5 nm) が用いられている。本実施例において用いるトンネル接合型の磁気抵抗効果膜 40 は、もともと膜厚方向に電流を流すことにより磁気抵抗変化を検出する磁気抵抗効果膜である。図 7 に示す実施例も、図 3 を参照して説明した製造方法と同様の製造方法で製造することができる。

【0031】上記各実施例では、図 2 を参照して説明したように、上部電極層と磁気抵抗効果膜が同様のパターン形状を有しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上部電極層を形成する前に磁気抵抗効果膜の磁界検出領域の上にレジスト膜を形成し、これをマスクとしてスパッタリングなどによりエッチングし、図 2 に示す上部電極層 8 と下部電極層 2 の重なり領域のみに磁気抵抗効果膜が残るようにパターンニングし、この後磁気抵抗効果膜の上に上部電極層 8 を形成してもよい。この場合、上部電極層 8 は選択的に形成されるように、例えば形成領域以外の部分をマスクで覆い所定領域にのみ上部電極層 8 を形成する。その後、図 2 に示すように、上部電極層 8 及び下部電極層 2 に接続する電極リード層 11 及び 12 を形成する。

【0032】また、上記各実施例においては、保護膜として Zr 層または Ta 層を例にして説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。Ta 層及び Zr 層のようにその上に形成する強磁性層に対し結晶性を高める材料層である場合には、本発明における保護膜は磁気抵抗効果膜の下地層としての機能も有している。また、これら以外の材料の保護膜を形成し、その上に下地層として Zr 層または Ta 層などを形成し、この下地層の上に磁気抵抗効果膜を形成してもよい。

【0033】また、磁気抵抗効果膜の上に Ta 層 (例え

ば膜厚 5 nm) または Zr 層 (例えば膜厚 5 nm) を耐食性、付着性を向上させるための保護膜として形成し、この上に上部電極層を形成してもよい。

【0034】上記各実施例では、磁気抵抗効果膜の下にも保護膜が設けられているが、本発明はこれに限定されるものではなく、磁界検出領域以外の領域に保護膜が設けられておればよく、磁界検出領域である磁気抵抗効果膜の下方には保護膜が設けられていなくてもよい。また、磁気抵抗効果膜の下方に保護膜を設ける場合には、磁気抵抗効果膜の膜厚方向に流れる電流に対する抵抗を小さくするため、その膜厚を磁界検出領域以外の領域に比べ小さくするなどの構造上の改良が可能である。

【0035】本発明の磁気抵抗効果素子は、以上の各実施例において説明した磁気抵抗効果膜の各層の材料に限定されるものではなく、その他の材料を広範に用いることができるものである。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、磁気抵抗効果膜の膜厚方向に電流を流すことができ、従来より高い MR 比を得ることが可能となる。また、磁気抵抗効果膜の側部における電氣的短絡を生じることなく製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図。

【図 2】図 1 に示す実施例の磁気抵抗効果素子を示す平面図。

【図 3】図 1 に示す実施例の製造工程を説明するための断面図。

【図 4】図 1 に示す実施例において磁区制御層を設けた構造を示す断面図。

【図 5】本発明の他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図。

【図 6】本発明のさらに他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図。

【図 7】本発明のさらに他の実施例の磁気抵抗効果素子を示す断面図。

【符号の説明】

1…基板

2…下部電極層

3…保護層

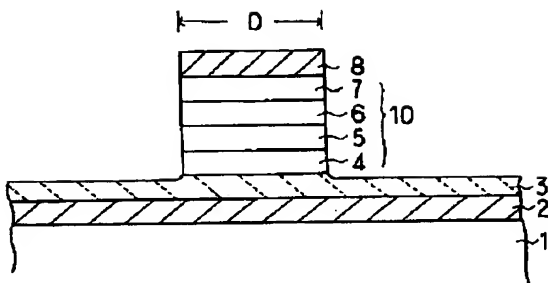
8…上部電極層

9…レジスト膜

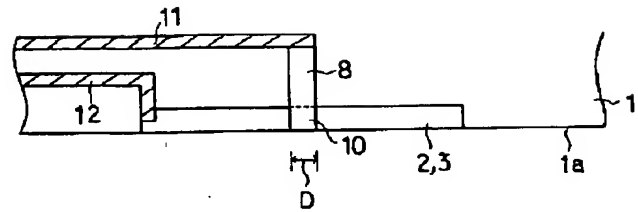
10, 20, 30, 40…磁気抵抗効果膜

11, 12…電極リード層

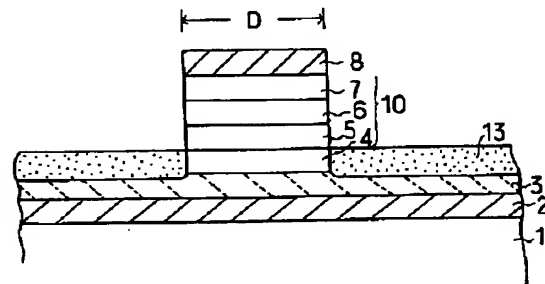
【図1】



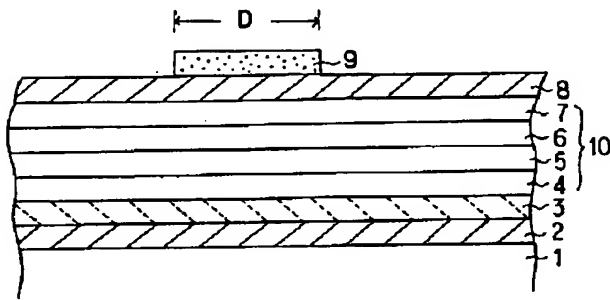
【図2】



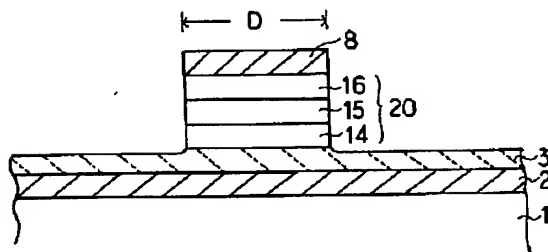
【図4】



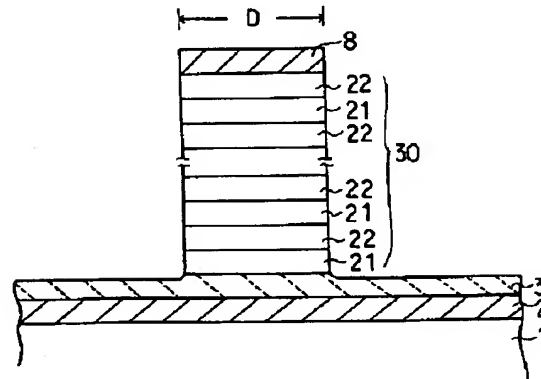
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

